



# PLANTA DE PRODUCCIÓ D'ÒXID D'ETILÈ

Treball de fi de grau d'Enginyeria Química



Tommy Cassanello    Andrea Grande    Braven Pitargue  
Ariadna Ramos    Alexandre Ros    Mònica Vidal



# CAPÍTOL VII

## AVALUACIÓ ECONÒMICA

Treball de fi de grau d'Enginyeria Química



Tommy Cassanello    Andrea Grande    Braven Pitargue  
Ariadna Ramos    Alexandre Ros    Mònica Vidal

# Índex

<b>1</b>	<b>Introducció</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Inversió inicial</b>	<b>1</b>
2.1	Capital Immobilitzat . . . . .	1
2.1.1	Càlcul del cost dels equips . . . . .	2
2.2	Capital Circulant . . . . .	7
2.3	Inversió inicial total . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Costos de producció</b>	<b>7</b>
3.1	Costos de fabricació . . . . .	8
3.1.1	Matèries primeres . . . . .	8
3.1.2	Mà d'obra directa . . . . .	8
3.1.3	Mà d'obra indirecta . . . . .	9
3.1.4	Serveis . . . . .	9
3.1.5	Subministraments . . . . .	10
3.1.6	Reparacions i manteniment . . . . .	10
3.1.7	Laboratoris . . . . .	10
3.1.8	Impostos . . . . .	10
3.1.9	Assegurances . . . . .	10
3.2	Costos generals . . . . .	11
3.3	Costos totals de producció . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Vendes i Rendibilitat del projecte</b>	<b>12</b>
4.1	Ingressos per vendes . . . . .	12

4.2 Net Cash Flow . . . . .	12
<b>5 Estudi de sensibilitat</b>	<b>15</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>19</b>

## 1 Introducció

En aquest apartat, s'estudia la viabilitat econòmica del projecte a partir de l'anàlisi econòmic de la planta per la producció d'òxid d'etilè. Per fer-ho, s'ha realitzat un balanç de la inversió inicial, dels costos generals i dels ingressos que es constitueixen per les vendes del producte. Per poder dur a terme aquest balanç s'han hagut d'utilitzar diferents mètodes, on a partir d'una sèrie de correlacions, s'ha determinat els costos dels equips, de fabricació, generals i posada en marxa, entre d'altres.

El preu de l'òxid d'etilè s'ha establert a partir de l'anàlisi econòmic de la planta. La rendibilitat del projecte es determinarà a partir dels NCF (Fluxos Nets de Caixa), el VAN (Valor Actual Net) i el TIR (Taxa Interna de Rendibilitat). A partir d'aquests valors, s'ha determinat si el projecte és viable per a la seva posterior implementació.

Per portar a terme l'avaluació econòmica d'aquest capítol s'han emprat els coneixements adquirits a l'assignatura de Projectes i Seguretat de quart curs d'Enginyeria Química [1].

## 2 Inversió inicial

La inversió inicial correspon al capital que s'ha d'invertir per poder emprendre un projecte. Està constituïda pel capital immobilitzat i pel capital circulat. El capital immobilitzat fa referència als diners invertits en els elements de patrimoni d'una empresa que intervenen en el cicle productiu però no desapareixen amb el mateix. En canvi, el capital circulat correspon als diners invertits en bens intermedis o despeses d'operació, els quals, seran emprats en el procés de producció i permetran crear altres bens o serveis.

### 2.1 Capital Immobilitzat

El capital immobilitzat s'ha estimat mitjançant el mètode de Vian, el qual és un mètode de factor múltiple. El procediment consisteix en calcular els diferents components que formen el capital immobilitzat a partir de les equacions que es mostren a la **Taula 1**.

**Taula 1:** Equacions del mètode de Vian.

Paràmetre	Descripció	Equació
I1	Maquinària i aparells	X
I2	Instal·lació	0.35X-0.5X
I3	Canonades i vàlvules	0.1X (sòlids) o 0.6X (fluids)
I4	Instrumentació	0.05X-0.3X
I5	Aïllaments	0.03X-0.1X
I6	Instal·lació elèctrica	0.1X-0.2X
I7	Terrenys i edificis	Terrenys: Valoració concreta
		Edificacions interiors: 0.2X-0.3X
		Edificacions mixtes: 0.12X-0.15X
		Edificacions exteriors: 0.05X
I8	Instal·lacions auxiliars	0.25X-0.7X
Y	Capital físic o primari	Suma I1->I8
I9	Projecte i direcció d'obra i muntatge	0.2Y-0.3Y
Z	Capital directe o secundari	Y+I9
I10	Contractista	0.04Z-0.10Z
I11	Despeses no previstes	0.10Z-0.3Z

Tal i com es pot observar a la **Taula 1**, per poder realitzar els càlculs dels diferents components, és necessari determinar prèviament el cost de la maquinària i els aparells que constitueixen la planta. Aquest, s'ha calculat mitjançant el mètode de correlacions de Ray Sinnot.

### 2.1.1 Càlcul del cost dels equips

El mètode de correlacions de Ray Sinnot, permet estimar el cost dels equips de la planta. El procediment es basa en aplicar l'equació mostrada a continuació, la qual depèn de les característiques de l'equip i d'una sèrie de constants extretes de la taula de correlacions del mètode en qüestió.

$$C = a + b \cdot S^n \quad (1)$$

on:

C: cost de l'equip [€]

a, b, n: constants extretes de la taula de correlacions

S: paràmetre característic de l'equip en qüestió [unitats corresponents]

Cal destacar que mitjançant l'equació del mètode de correlacions s'obté el preu dels equips en dòlars corresponents a l'any 2007. De tal manera, s'ha convertit el preu a euros i s'ha actualitzat a l'any actual. L'actualització s'ha realitzat mitjançant l'índex CEPCI (Chemical Engineering Plant Cost Index), el qual permet ajustar els costos dels processos de la indústria química d'un període a un altre.

A continuació es mostra el procediment matemàtic seguit per realitzar l'actualització. S'ha emprat l'índex de l'any 2018 degut a que és el més actual.

$$C_2 = C_1 \cdot \frac{CEPCI_2}{CEPCI_1} \quad (2)$$

on:


$C_1$ : preu dels equips, equivalent a l'any 2007.


$C_2$ : preu dels equips, equivalent a l'any 2018.


$CEPCI_1$ : índex corresponent a l'any 2007, el qual té un valor de 509.7.

$CEPCI_2$ : índex corresponent a l'any 2018, el qual té un valor de 603.1.

Les llistes presentades a continuació mostren, per a cadascun dels equips, els paràmetres característics imprescindibles per poder aplicar l'equació i el preu obtingut aplicant el mètode. Els equips estan organitzats per àrees i subàrees de la planta.


	<b>PREU DELS EQUIPS ÀREA 100</b>				Full 1/1
	Planta de producció d'òxid d'etilè				Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, Tarragona
<b>Item</b>	<b>Descripció</b>	<b>Paràmetre</b>		<b>Quantitat</b>	<b>Preu unitari [€]</b>
T-100	Tanc d'emmagatzematge	Volum [m <sup>3</sup> ]	255	7	76 579
P-100 (Tipus I)	Bomba	Potència [kW]	2.5	14	7 848
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	36		
P-100 (Tipus II)	Bomba	Potència [kW]	1.1	14	6 391
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	18		

	<b>PREU DELS EQUIPS SUBÀREA 200-1</b>				Full 1/1
	Planta de producció d'òxid d'etilè				Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, Tarragona
<b>Item</b>	<b>Descripció</b>	<b>Paràmetre</b>		<b>Quantitat</b>	<b>Preu unitari [€]</b>
E-201-1	Bescanviador	Àrea de bescanvi [m <sup>2</sup> ]	13	1	26 326
K-201-1	Compressor	Potència [HP]	9136	2	3 060 735
P-201-1	Bomba	Potència [kW]	1	2	6 240
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	15		

	<b>PREU DELS EQUIPS SUBÀREA 200-2</b>				Full 1/1
	Planta de producció d'òxid d'etilè				Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, Tarragona
<b>Item</b>	<b>Descripció</b>	<b>Paràmetre</b>		<b>Quantitat</b>	<b>Preu unitari [€]</b>
R-200-2	Reactor	Pes [kg]	66483	2	915 869
AC-201-2	Columna d'absorció	Massa carcassa [Tn]	17	1	298 190
E-201-2	Bescanviador	Àrea de bescanvi [m <sup>2</sup> ]	17	1	26 725
P-201-2	Bomba	Potència [kW]	1	4	6 305
P-202-2		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	17		
P-203-2	Bomba	Potència [kW]	22	2	22 160
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	354		
P-204-2	Bomba	Potència [kW]	34	2	27 008
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	542		

	<b>PREU DELS EQUIPS SUBÀREA 200-3</b>				Full 1/1
	Planta de producció d'òxid d'etilè				Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, Tarragona
<b>Item</b>	<b>Descripció</b>	<b>Paràmetre</b>		<b>Quantitat</b>	<b>Preu unitari [€]</b>
DC-201-3	Columna destil·lació	massa carcassa [Kg]	2770	1	76 203
DC-202-3	Columna destil·lació	massa carcassa [kg]	558	1	31 271
E-201-3	Bescanviador	Àrea de bescanvi [m <sup>2</sup> ]	581	1	125 790
E-202-3	Bescanviador	Àrea de bescanvi [m <sup>2</sup> ]	2	1	25 385
K-201-3	Compressor	Potència [HP]	23	2	22 610
P-201-3	Bomba	Potència [kW]	6	2	15 309
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	258		
P-202-3	Bomba	Potència [W]	397	2	5 253
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	4		
P-203-3	Bomba	Potència [W]	63	2	5 122
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	0.5		
P-204-3	Bomba	Potència [kW]	49	2	29 662
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	2023		
P-205-3	Bomba	Potència [kW]	6	2	20 006
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	884		
P-206-3	Bomba	Potència [kW]	47	2	29 329
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	1813		
P-207-3	Bomba	Potència [kW]	17	2	19 026
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	272		



	PREU DELS EQUIPS SUBÀREA 200-4				Full 1/1
	Planta de producció d'òxid d'etilè				Ubicació: Polígon Industrial Gasos Nobles, Tarragona
Item	Descripció	Paràmetre		Quantitat	Preu unitari [€]
AC-201-4	Columna d'absorció	massa carcassa [Tn]	28	1	447 373
DC-201-4	Columna destil·lació	massa carcassa [Tn]	1	1	41 205
E-201-4	Bescanviador	Àrea de bescanvi [m <sup>2</sup> ]	494	1	108 010
E-202-4	Bescanviador	Àrea de bescanvi [m <sup>2</sup> ]	1115	1	245 036
E-203-4	Bescanviador	Àrea de bescanvi [m <sup>2</sup> ]	367	1	83 193
E-204-4	Bescanviador	Àrea de bescanvi [m <sup>2</sup> ]	886	1	192 054
E-205-4	Bescanviador	Àrea de bescanvi [m <sup>2</sup> ]	2.4	1	18 074 265
E-206-4	Bescanviador	Àrea de bescanvi [m <sup>2</sup> ]	60.8	1	31 972
K-201-4	Compressor	Potència [HP]	18617	2	4 758 780
K-202-4	Compressor	Potència [HP]	10652	2	3 366 250
K-203-4	Compressor	Potència [HP]	72	2	37 858
P-201-4	Bomba	Potència [kW]	19	2	23 818
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	690		
P-202-4	Bomba	Potència [kW]	2	2	13 265
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	250		
P-203-4	Bomba	Potència [kW]	16	2	18 174
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	250		
P-204-4	Bomba	Potència [w]	6	2	5 727
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	0.04		
P-205-4	Bomba	Potència [w]	0.4	2	5 727
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	0.02		
P-206-4	Bomba	Potència [kW]	16	2	18 174
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	250		
P-207-4	Bomba	Potència [kW]	4	2	18 674
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	600		
P-208-4	Bomba	Potència [W]	28	2	5 122
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	0.2		
P-209-4	Bomba	Potència [kW]	30934	2	2 028 835
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	7632		
P-210-4	Bomba	Potència [kW]	24	2	22 974
		Cabal [m <sup>3</sup> /h]	369		

Un cop es coneixen els preus unitaris dels equips, s'obté el valor total que s'ha d'invertir en tota la maquinària. La **Taula 2** mostra els preus dels equips per àrees o subàrees i el valor total de la maquinària.

**Taula 2:** Preus dels equips per àrees o subàrees i total.

Àrea o subàrea	Preu total [€]
100	735 401
200-1	6 160 276
200-2	2 280 209
200-3	551 281
200-4	39 869 857
<b>X</b>	<b>39 677 620</b>

Seguidament, es procedeix a calcular tots els apartats del mètode de Vian. La **Taula 3** recull les equacions triades per a l'obtenció de cadascun dels paràmetres i el valor obtingut per a cadascun d'ells.

**Taula 3:** Equacions triades per al mètode de Vian.

Paràmetre	Descripció	Equació	Valor [€]
I1	Maquinària i aparells	X	39 677 620
I2	Instal·lació	0.37X	14 680 719
I3	Canonades i vàlvules	0.6X	23 806 572
I4	Instrumentació	0.1X	3 967 762
I5	Aïllaments	0.05X	1 983 881
I6	Instal·lació elèctrica	0.12X	4 761 314
I7	Terrenys i edificis	Terrenys: Valoració concreta	10 647 000
		Edificacions interiors: 0.27X	-
		Edificacions mixtes: 0.12X	4 761 314
		Edificacions exteriors: 0.05X	-
I8	Instal·lacions auxiliars	0.3X	11 903 286
Y	Capital físic o primari	suma I1->I8	88 877 869
I9	Projecte i direcció d'obra i muntatge	0.22Y	19 553 131
Z	Capital directe o secundari	Y+I9	108 431 000
I10	Contractista	0.05Z	5 421 550
I11	Despeses no previstes	0.15Z	16 264 650

Cal destacar que el valor dels terrenys s'ha obtingut a partir dels metres quadrats de la parcel·la on es situarà la planta i el preu mitjà per m<sup>2</sup> de parcel·la a Tarragona, el qual és aproximadament de 200 €/m<sup>2</sup>.

Finalment, el capital immobilitzat s'obté sumant els valors obtinguts dels paràmetres Z, I10 i I11. El valor obtingut per aquest projecte és 130 117 200€.

## 2.2 Capital Circulant

El capital circulant s'ha determinat a partir del mètode global, el qual, estima que el capital circulant pren un valor d'entre el 10% i el 30% del capital immobilitzat. En aquest cas s'ha optat per un valor mig del 20%, del tal manera, el capital circulant s'ha calculat tal i com es mostra a continuació.

$$CC = CI \cdot 0.2 \quad (3)$$

on:

CC: capital circulant [€]

CI: capital immobilitzat [€]

S'obté un valor de capital circulant de 26 023 440€.

## 2.3 Inversió inicial total

En conclusió, la inversió total del projecte, la qual correspon a la suma del capital circulant i del immobilitzat, és de 156 140 640€. A la **Taula 4** es mostren els valors de la inversió inicial, tenint en compte el capital immobilitzat, el capital circulant i la inversió total.

**Taula 4:** Capital immobilitzat, capital circulant i inversió total del projecte.

	Equació	Valor [€]
<b>Capital immobilitzat</b>	Z+I10+I11	130 117 200
<b>Capital circulant</b>	CI·0.2	26 023 440
<b>Inversió total</b>	CI + CC	156 140 640

## 3 Costos de producció

Els costos de producció engloben els diners invertits anualment per poder dur a terme les operacions de la planta i ser capaços de produir el producte desitjat. Aquests estan formats pels costos de fabricació i els costos generals.

### 3.1 Costos de fabricació

Els costos de fabricació estan constituïts per diferents paràmetres que es calculen d'una manera independent. Aquest apartat inclou els procediments a seguir per obtenir cadascun d'ells.

#### 3.1.1 Matèries primeres

Aquest cost fa referència als diners invertits en les matèries primeres necessàries per obtenir òxid d'etilè, les quals són etilè, oxigen i nitrogen. A la **Taula 5** s'inclou el preu per m<sup>3</sup> i la quantitat de diners que caldrà invertir a l'any. S'ha realitzat l'estimació a partir de la quantitat que es requereix en metre cúbics per hora de cadascun dels components i a la mateixa taula, **5**, es mostren els resultats.

**Taula 5:** Preu de les matèries primeres.

Matèria primera	Preu per m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /h	Preu any [€]
Etilè	1.03	15802	125 000 141
Oxigen	0.05	9044	3 611 812
Nitrogen	0.03	17111	3 942 374
<b>Total</b>			<b>132 554 327</b>

#### 3.1.2 Mà d'obra directa

El cost de mà d'obra directa fa referència al sou de tots els treballadors de la planta. A la planta treballaran un total de 362 persones, les quals, tindran jornades laborals de 8 hores diàries. Tal i com es mostra a la **Taula 6**, el sou variarà en funció del departament. El sou més baix correspondrà als operaris i als treballadors dels departaments de manteniment, seguretat, tractament de residus i logística. En canvi, el sou més elevat correspondrà als directius.

**Taula 6:** Sou dels treballadors de la planta.

Càrrec	Nº de treballadors	Sou brut anual individual [€/any]	Sou brut anual total [€/any]
Operaris	210	14 400	3 024 000
Manteniment	10	14 400	144 000
Seguretat	10	14 400	144 000
Tractament de residus	10	14 400	144 000
Comptables Administratius	25	18 000	450 000
Laboratori Control de qualitat I+D	20	20 400	408 000
IT	15	24 000	360 000
Logística Magatzem	20	14 400	288 000
Comercials	10	24 000	240 000
RRHH	10	21 600	216 000
Caps de departament	18	30 000	540 000
Directius	4	48 000	192 000
<b>Total</b>	<b>362</b>	<b>258 000</b>	<b>6 150 000</b>

### 3.1.3 Mà d'obra indirecta

El cost associat a la mà d'obra indirecta fa referència al sou dels treballadors que disposen d'una feina que no està directament relacionada amb el procés. Aquest pren un valor d'entre el 15% i el 45% de la mà d'obra directa. En aquest cas s'ha pres un valor del 17%, conseqüentment la mà d'obra indirecta suposa un cost de 1 045 500€.

### 3.1.4 Serveis

Aquest cost fa referència als diners invertits per a disposar dels serveis requerits per al funcionament de la planta de producció. La **Taula 7** mostra els serveis requerits per al bon funcionament de la planta, el consum de cadascun d'ells, el preu per unitat i el cost anual total.

**Taula 7:** Cost dels serveis requerits per al funcionament de la planta.

Servei	Consum anual	Preu per unitat (€/U)	Cost (€)
Aigua de xarxa (m <sup>3</sup> /any)	15475200	2.168	33 550 234
Gas natural (Nm <sup>3</sup> /any)	50400	0.04	2 016
Electricitat (kW/h)	576000000	0.08	46 080 000
		<b>Total</b>	<b>79 632 250</b>

### 3.1.5 Subministraments

El cost de subministraments fa referència al material requerit per la planta com poden ser olis, eines... Aquest es calcula com l'1% del capital immobilitzat, de tal manera, s'obté un valor de 1 301 172€.

### 3.1.6 Reparacions i manteniment

El cost destinat a les reparacions i manteniments de la planta es determina a partir d'un 5-7% del capital immobilitzat. En aquest cas s'ha pres un 5% i s'ha obtingut un valor de 6 505 860€.

### 3.1.7 Laboratoris

Als laboratoris és on es realitza el control de qualitat i l'avaluació de tots els productes que entren i surten de la planta. El cost d'aquest s'estima a partir d'un valor entre el 5 i el 25% de la mà d'obra. S'ha pres un 6% i s'ha obtingut un valor de 369 000€.

### 3.1.8 Impostos

Aquests cost fa referència als impostos que l'empresa ha de pagar, sense tenir en compte els atribuïts als beneficis. Aquests s'obtenen a partir d'un 0.5% del capital immobilitzat. S'ha obtingut un valor de 375 334€.

### 3.1.9 Assegurances

Aquest fa referència a l'assegurança que l'empresa haurà de contractar per als treballadors, equips, i instal·lacions. S'obté a partir de l'1% del capital immobilitzat, en aquest cas suposa un cost de 750 667€.

Finalment, un cop calculats cadascun dels costos de fabricació es pot estimar el valor global. La **Taula 8** mostra cadascun dels valors obtinguts prèviament i el cost de fabricació total, el qual pren un valor total de 22 868 410€.

**Taula 8:** Costos de fabricació.

Cost de fabricació	Import [€]
Matèries primeres	132 554 327
Mà d'obra directa	6 150 000
Mà d'obra indirecta	1 045 500
Serveis	79 632 250
Subministraments	1 301 172
Reparacions i manteniment	6 505 860
Laboratoris	369 000
Impostos	375 334
Assegurances	750 667
<b>Total</b>	<b>228 684 109</b>

### 3.2 Costos generals

Els costos generals fan referència als costos comercials, d'administració i d'investigació i serveis tècnics.

Els costos comercials són els diners invertits en activitats per a la promoció del producte. Aquests poden incloure viatges, publicitat, agents comercials, etc. Es calculen a partir del 5% dels costos de fabricació. En canvi, els costos d'administració representen els sous dels comptables o gerents requerits per portar a terme certes tasques administratives. S'estimen a partir del 4% dels costos de fabricació. Per últim, els costos d'investigació i serveis tècnics són els diners invertits en el sector de I+D de la planta. Es calculen a partir del 5% dels costos de fabricació.

A la **Taula 9** es mostra el cost general total i els valors obtinguts per a cadascun d'ells.

**Taula 9:** Costos generals.

Cost general	Import [€]
Costos comercials	11 434 205
Costos d'administració	914 736
Investigació i serveis tècnics	1 143 421
<b>Total</b>	<b>13 492 362</b>

### 3.3 Costos totals de producció

Finalment, un cop calculats els costos de fabricació i els costos generals es pot calcular el cost de producció el qual és la suma dels dos valors. A la **Taula 10** s'observen els tres valors.

**Taula 10:** Costos de producció.

Cost general	Import [€]
Costos de fabricació	228 684 109
Costos generals	13 492 362
<b>Costos de producció</b>	<b>242 176 472</b>

## 4 Vendes i Rendibilitat del projecte

### 4.1 Ingressos per vendes

Els ingressos de la planta dependran dels beneficis obtinguts amb la venda de l'òxid d'etilè produït. Per tant, el preu del producte serà el factor que determinarà els guanys adquirits.

El preu s'ha fixat tenint en compte el cost actual de l'òxid d'etilè produït a l'empresa IQOXE (Indústries Químicas de Óxido de Etileno) degut a que la planta de Ranoxi ha estat dissenyada per ser construïda a la mateixa zona geogràfica i per produir el mateix producte.

A la **Taula 11** mostra el preu per tona i l'ingrés per vendes anuals de la planta.

**Taula 11:** Ingressos per vendes del producte final.

	Preu per Tn	Tn/any	Vendes a l'any [€]
Òxid d'etilè	2 140	123479	264 245 146

### 4.2 Net Cash Flow

En aquest apartat es determina el flux net de caixa del projecte. Per realitzar l'avaluació s'ha considerat que la planta té una vida útil de 12 anys.

Degut a que s'estima que la construcció de la planta durí 1 any i mig, tal i com s'ha especificat prèviament al capítol d'especificacions del projecte, s'ha determinat que la planta començarà a produir a partir del segon any. De tal manera, s'ha considerat que l'any 14 es recuperarà el capital circulant i es podrà vendre la parcel·la pel mateix preu que s'ha comprat actualment. També s'ha suposat que es recuperarà part del capital invertit en els equips i els edificis construïts, tenint en compte que hauran patit una desvalorització del 40% i del 25%, respectivament.

Pel que fa a l'amortització, aquesta s'ha calculat de manera lineal. Els impostos sobre els beneficis s'han calculat a partir del 25% de la base imposable i es pagaran a any vençut.



A les **Taules 12 i 13** es poden observar els diferents valors pel càlcul del flux net de caixa del projecte. S'ha d'especificar que el càlcul s'ha realitzat amb tots els decimals però a la taula, els valors s'han presentat amb unitats de milions d'euros per simplificar-ne la comprensió.

**Taula 12:** Càlcul del flux net de caixa, de l'any 0 a l'any 7.

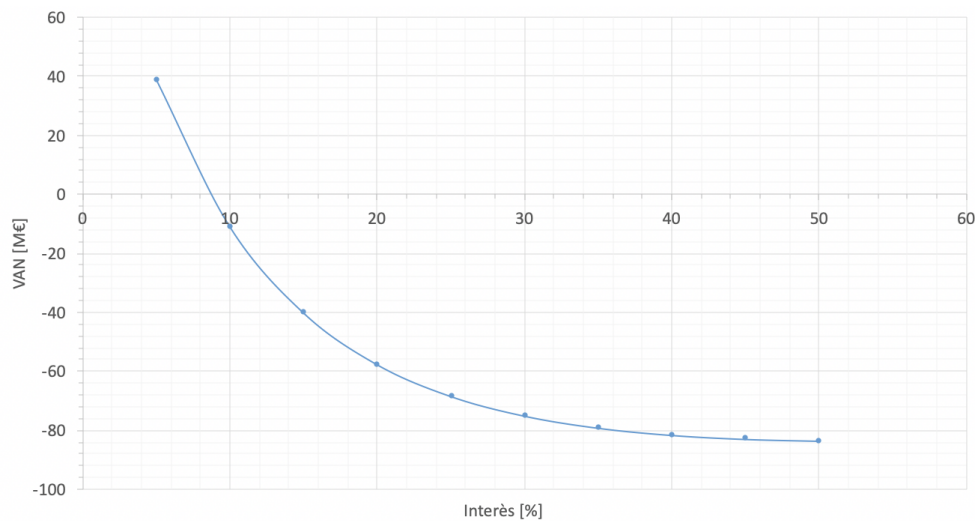
ANY	0	1	2	3	4	5	6	7
Immobilitzat [M€]	-25.0	-105.1						
Capital circulant [M€]		-13.0	-13.0					
Valor residual [M€]								
Amortització [M€]			-6.8	-6.8	-6.8	-6.8	-6.8	-6.8
Vendes / Ingressos [M€]			264.2	264.2	264.2	264.2	264.2	264.2
Costos totals [M€]			-242.2	-242.2	-242.2	-242.2	-242.2	-242.2
Benefici brut [M€]			15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3
Base imposable [M€]			15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3
Impost sobre benefici del 25% [M€]				-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8
<b>NCF [M€]</b>	<b>-25.0</b>	<b>-118.2</b>	<b>9.1</b>	<b>18.2</b>	<b>18.2</b>	<b>18.2</b>	<b>18.2</b>	<b>18.2</b>

**Taula 13:** Càlcul del flux net de caixa, de l'any 8 a l'any 14.

ANY	8	9	10	11	12	13	14
Immobilitzat [M€]							
Capital circulant [M€]							26.0
Valor residual [M€]							38.0
Amortització [M€]	-6.8	-6.8	-6.8	-6.8	-6.8	-6.8	
Vendes / Ingressos [M€]	264.2	264.2	264.2	264.2	264.2	264.2	
Costos totals [M€]	-242.2	-242.2	-242.2	-242.2	-242.2	-242.2	
Benefici brut [M€]	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	
Base imposable [M€]	15.3	15.3	15.3				
Impost sobre benefici del 25% [M€]	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8	-3.8
<b>NCF [M€]</b>	<b>18.2</b>	<b>18.2</b>	<b>18.2</b>	<b>18.2</b>	<b>18.2</b>	<b>18.2</b>	<b>60.2</b>

Com es pot observar a les **Taules 12 i 13**, els NCF corresponents als dos primers anys són negatius, ja que, corresponen al capital invertit durant els dos anys dedicats a la construcció de la planta. En canvi, els NCF obtinguts durant la vida útil de la planta són positius. De tal manera, es pot confirmar que el projecte serà viable econòmicament i proporcionarà beneficis durant tota la seva vida útil.

Per reafirmar la rendibilitat del projecte s'han calculat el VAN (Valor Anual Net) i el TIR (Taxa Interna de Rendibilitat). S'ha determinat el VAN per a diferents interessos i els resultats obtinguts es mostren a la **Figura 1**.



**Figura 1:** Gràfic del valor del VAN en funció de l'interès.

Tal i com es pot observar, el projecte és rentable per interessos inferiors al 9%. En conclusió, si es realitzés el projecte tal i com s'ha indicat prèviament, aquest seria rentable. S'obtindrien beneficis a partir del primer any de producció. Qualsevol variació en les característiques del projecte podria afectar a la rendibilitat del projecte.

A l'apartat següent es realitza un estudi de sensibilitat, on el paràmetre a variar és el preu de venda de l'òxid d'etilè. S'ha decidit escollir aquesta variable, ja que, durant l'avaluació econòmica s'ha observat que el valor del preu del producte afectava d'una manera molt més dràstica que altres variables, com la vida útil de la planta.

## 5 Estudi de sensibilitat

En aquest apartat s'estudia com variaria l'avaluació econòmica de la planta en el cas de modificar un dels paràmetres, més concretament, el preu del producte. Tal com s'ha esmentat anteriorment en els altres apartats d'aquest capítol, s'ha decidit vendre l'òxid d'etilè a un preu de 2140 €/Tn. A continuació es realitza novament l'avaluació econòmica de la planta tant per un increment del preu de venda del 10%, obtenint així un valor de 2354 €/Tn, com per una reducció d'aquest d'un 10%, obtenint un valor de 1926 €/Tn. A les **Taules 14, 15, 16 i 17** es poden observar els valor obtinguts de NCF actualitzats de la planta amb els canvis de preu de venda de l'òxid d'etilè.

**Taula 14:** Càlcul del flux net de caixa, de l'any 0 a l'any 7, per un augment del 10% del preu del producte.

ANY	0	1	2	3	4	5	6	7
<b>Immobilitzat [M€]</b>	-25.0	-105.1						
<b>Capital circulant [M€]</b>		-13.0	-13.0					
<b>Valor residual [M€]</b>								
<b>Amortització [M€]</b>			-6.8	-6.8	-6.8	-6.8	-6.8	-6.8
<b>Vendes / Ingressos [M€]</b>			290.7	290.7	290.7	290.7	290.7	290.7
<b>Costos totals [M€]</b>			-242.2	-242.2	-242.2	-242.2	-242.2	-242.2
<b>Benefici brut [M€]</b>			41.7	41.7	41.7	41.7	41.7	41.7
<b>Base imposable [M€]</b>			41.7	41.7	41.7	41.7	41.7	41.7
<b>Impost sobre benefici del 25% [M€]</b>				-10.4	-10.4	-10.4	-10.4	-10.4
<b>NCF [M€]</b>	<b>-25.0</b>	<b>-118.1</b>	<b>35.5</b>	<b>38.1</b>	<b>38.1</b>	<b>38.1</b>	<b>38.1</b>	<b>38.1</b>

**Taula 15:** Càlcul del flux net de caixa, de l'any 8 a l'any 14, per un augment del 10% del preu del producte.

ANY	8	9	10	11	12	13	14
Immobilitzat [M€]							
Capital circulant [M€]							26.0
Valor residual [M€]							38.0
Amortització [M€]	-6.8	-6.8	-6.8	-6.8	-6.8	-6.8	
Vendes / Ingressos [M€]	290.7	290.7	290.7	290.7	290.7	290.7	
Costos totals [M€]	-242.2	-242.2	-242.2	-242.2	-242.2	-242.2	
Benefici brut [M€]	41.7	41.7	41.7	41.7	41.7	41.7	
Base imposable [M€]	41.7	41.7	41.7				
Impost sobre benefici del 25% [M€]	-10.4	-10.4	-10.4	-10.4	-10.4	-10.4	-10.4
<b>NCF [M€]</b>	<b>38.1</b>	<b>38.1</b>	<b>38.1</b>	<b>38.1</b>	<b>38.1</b>	<b>38.1</b>	<b>53.6</b>

**Taula 16:** Càlcul del flux net de caixa, de l'any 0 a l'any 7, per una reducció del 10% del preu del producte.

ANY	0	1	2	3	4	5	6	7
Immobilitzat [M€]	-25.0	-105.1						
Capital circulant [M€]		-13.0	-13.0					
Valor residual [M€]								
Amortització [M€]			-6.8	-6.8	-6.8	-6.8	-6.8	-6.8
Vendes / Ingressos [M€]			237.8	237.8	237.8	237.8	237.8	237.8
Costos totals [M€]			-242.2	-242.2	-242.2	-242.2	-242.2	-242.2
Benefici brut [M€]			-11.1	-11.1	-11.1	-11.1	-11.1	-11.1
Base imposable [M€]			0	0	0	0	0	0
Impost sobre benefici del 25% [M€]				0	0	0	0	0
<b>NCF [M€]</b>	<b>-25.0</b>	<b>-118.1</b>	<b>-17.4</b>	<b>-4.3</b>	<b>-4.3</b>	<b>-4.3</b>	<b>-4.3</b>	<b>-4.3</b>

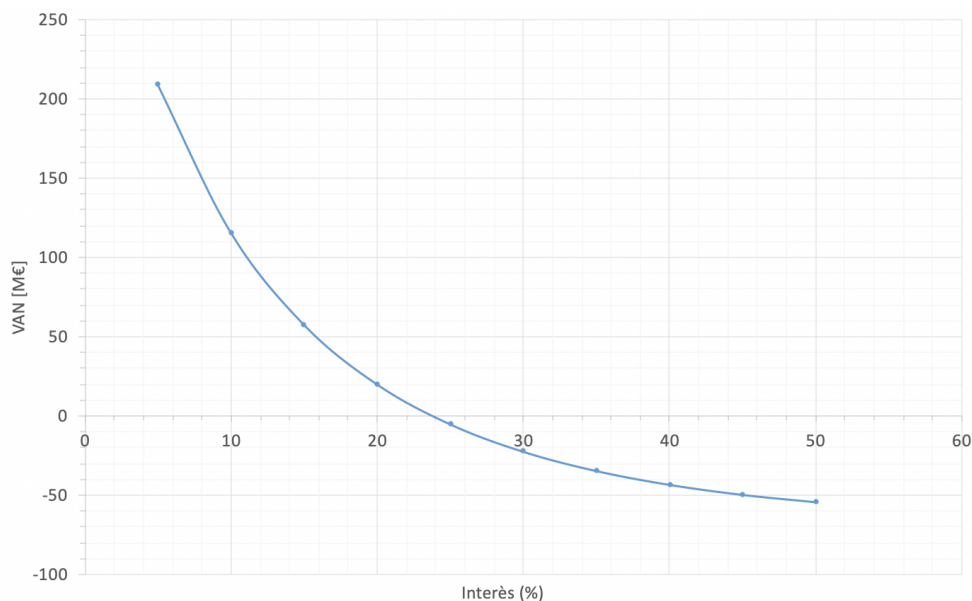
**Taula 17:** Càlcul del flux net de caixa, de l'any 8 a l'any 14, per una reducció del 10% del preu del producte.

ANY	8	9	10	11	12	13	14
Immobilitzat [M€]							
Capital circulant [M€]							26.0
Valor residual [M€]							38.0
Amortització [M€]	-6.8	-6.8	-6.8	-6.8	-6.8	-6.8	
Vendes / Ingressos [M€]	237.8	237.8	237.8	237.8	237.8	237.8	
Costos totals [M€]	-242.2	-242.2	-242.2	-242.2	-242.2	-242.2	
Benefici brut [M€]	-11.1	-11.1	-11.1	-11.1	-11.1	-11.1	
Base imposable [M€]	0	0	0	0	0	0	
Impost sobre benefici del 25% [M€]	0	0	0	0	0	0	0
<b>NCF [M€]</b>	<b>-4.3</b>	<b>-4.3</b>	<b>-4.3</b>	<b>-4.3</b>	<b>-4.3</b>	<b>-4.3</b>	<b>64.0</b>

Com es pot observar a les **Taules 14 i 15**, els beneficis obtinguts són majors comparats amb els calculats en altres apartats. Així mateix, tot i que l'increment de preu escollit ha sigut del 10%, s'obté un NCF considerablement major. Això indica la gran repercussió del preu de venda de l'òxid d'etilè a l'avaluació econòmica de la planta.

En canvi, en el cas de les **Taules 16 i 17**, els beneficis obtinguts són inferiors a les despeses totals de la planta, comportant uns valors de NCF negatius, és a dir, que la construcció de la planta en aquest cas no és rentable. Aquest fet reafirma la gran repercussió del preu de venda de l'òxid d'etilè a l'avaluació econòmica de la planta.

Així mateix, es calculen també els valors del VAN i TIR per diferents valors d'interès en els dos casos. A la **Figura 2** es poden veure representats els resultats per al cas de l'augment del preu del producte.



**Figura 2:** Gràfic del valor del VAN en funció de l'interès, per un augment del 10% del preu del producte.

Tal i com es pot observar a la **Figura 2**, un augment del preu de venda repercuteix positivament en el valor del VAN, ja que, la planta no serà només viable per un 9% d'interès, sinó que aquest valor pot augmentar fins un 24%, fent que sigui més rentable invertir per un rang d'interès major. En canvi, per al cas de la disminució del preu de venda del producte, degut als valors negatius de NCF obtinguts, no s'obtenen valors de VAN positius i un TIR de -10%. Per tant, no és rentable invertir en el projecte i per això no es mostra la representació gràfica del VAN obtingut en funció de l'interès.

En definitiva, un petit augment del preu del producte final repercutirà molt positivament en l'avaluació econòmica de la planta. En canvi, una petita disminució implicarà la pèrdua de beneficis fins al punt que la planta no serà rentable. Dit això, cal destacar que en cap dels dos casos s'ha tingut en compte la competitivitat de mercat. És a dir, tot i que l'avaluació econòmica realitzada preveu un augment dels beneficis en el cas d'un petit augment de preu del producte, aquests es poden veure fàcilment alterats per la presència d'altres empreses amb preus més competents. Per tant, a part de l'avaluació econòmica, s'hauria de realitzar un estudi de mercat, per determinar la viabilitat de l'augment del preu del producte.

## Bibliografia

- [1] Escola d'Enginyeria de la UAB. *Apunts d'Enginyeria Química*. 2020.